

SWDE - Software Development Zusammenfassung FS 2019

Maurin D. Thalmann

17. Juni 2019

Inhaltsverzeichnis

1	Buildautomatisation	3
1.1	Sie kennen die Vorteile eines automatisierten Buildprozesses	3
1.2	Sie können verschiedene Beispiele von Buildwerkzeugen benennen	3
1.3	Sie beherrschen die Anwendung eines ausgewählten Buildwerkzeuges (Apache Maven)	3
1.4	Sie sind mit den wesentlichen Konzepten von Apache Maven vertraut	3
2	Modularisierung - Module, Komponenten, Schnittstellen	4
2.1	Sie wissen, was unter dem Begriff Modularisierung zu verstehen ist	4
2.2	Sie kennen die Begriffe Modul, Library, Komponenten und Schnittstelle auf der Ebene des Softwaredesigns	4
2.3	Sie können die Begriffe auf verschiedenen Abstraktionsebenen in einen sinnvollen Zusammenhang und Kontext setzen	4
2.4	Sie sind in der Lage ein System zu analysieren und darin sinnvolle Module zu identifizieren	5
2.4.1	Modul	5
2.4.2	Komponente	5
2.4.3	Schnittstelle	6
2.5	Sie kennen verschiedene organisatorische und technische Varianten um eine sinnvolle Modularisierung in der Entwicklung und im Deployment einzusetzen	7
2.5.1	Java 8	7
2.5.2	Java 9	7
3	Dependency Management	8
3.1	Sie haben ein grundsätzliches Verständnis von Dependency Management	8
3.1.1	Maven Repository	8
3.2	Sie wissen wie am Beispiel von Java und Apache Maven das Dependency Management funktioniert	9
3.2.1	Maven - Identifikation & Dependencies	9
3.3	Sie sind mit den Begriffen «dependency scopes» und «transitive dependencies» vertraut und können diese erklären	10
3.3.1	Dependency Scopes	10
3.3.2	Transitive Dependencies	10
3.4	Sie kennen das Versionskonzept und die Funktionsweise von Snapshots.	10
3.4.1	Managed Dependencies in Multi-Modul-Projekten	11
3.5	Sie wissen auf welche Art Dependencies deployed werden	11
4	Versionskontrollsysteme - Source Code Management (SCM) / Version Control Systems (VCS)	12
4.1	Sie kennen die Aufgaben eines Versionskontrollsystems und können grundlegend damit arbeiten	12
4.2	Sie kennen die verschiedenen Konzepte und Arten von Versionskontrollsystemen	12
4.3	Sie können mit verschiedenen (Client-)Werkzeugen von Versionskontrollsystemen alleine und im Team arbeiten	12
5	Testing Grundlagen	13
5.1	Sie kennen die Motivation, den Sinn und den Zweck des Testens, was Sie mit Tests erreichen können und was nicht	13
5.1.1	Welche Fehler können wir finden?	13
5.2	Sie kennen verschiedene grundlegende Testarten und –verfahren	14
5.3	Sie können in Ihrer Entwicklungsumgebung einfache und gute Unit Tests, basierend auf dem JUnit-Framework, implementieren und anwenden	14
5.3.1	Unit Tests	14
5.3.2	JUnit Test Framework	14
5.3.3	Empfehlungen	15
5.4	Sie kennen die Vorteile von Test First	16
5.4.1	Test First	16
5.5	Code Coverage (Codeabdeckung)	16
5.6	Unit Tests - Bilanz	16

6 Automatisiertes Testing	17
6.1 Sie kennen die verschiedenen Testarten und sind in der Lage gute Unit-und Integrations- tests zu schreiben	17
6.1.1 repeat(Unit Tests)	17
6.1.2 Integrationstests (JUnit)	17
6.1.3 Unit- vs. Integrationstests	17
6.2 Sie nutzen Werkzeuge zur Messung der Codeabdeckung aktiv zu Verbesserung Ihres Co- des und der Testfälle	17
6.3 Sie kennen das Prinzip der Dependency Injection	18
6.3.1 Dependency Injection - Beispiel	18
6.4 Sie wissen was Test Doubles sind und können Mocking-Frameworks einsetzen	19
6.4.1 Test Doubles	19
6.4.2 Effektives Testen mit Test Doubles - Beispiele	21
6.4.3 Empfehlungen	22
7 Software Architektur	23
8 Grafisches User Interface - mit JavaFX	24
9 Persistierung - JPA und OR Mapping	25
10 Persistierung - Java Persistence Query Language (JPQL)	26
11 Kommunikation - Remote Method Invocation (RMI)	27
12 Web Services - REST	28

1 Buildautomatisation

1.1 Sie kennen die Vorteile eines automatisierten Buildprozesses

- Automatisierter Ablauf, keine Interaktion mehr benötigt
- Reproduzierbare Ergebnisse
- lange Builds können auch über Nacht laufen
- Unabhängig von Entwicklungsumgebung

1.2 Sie können verschiedene Beispiele von Buildwerkzeugen benennen

Make (für C/C++ Projekte), Urvater der Build Tools,
hohe Flexibilität, gewöhnungsbedürftige Syntax

Ant Java mit XML

Maven Java mit XML

Buildr Ruby-Script

Gradle Groovy Script mit DSL

Bazel Java mit Python-like Scripts

1.3 Sie beherrschen die Anwendung eines ausgewählten Buildwerkzeuges (Apache Maven)

Beherrschen muss man es selber, es kann entweder aus der Shell (Terminal/Konsole) verwendet werden oder aus den integrierten Funktionen in der IDE selbst.

1.4 Sie sind mit den wesentlichen Konzepten von Apache Maven vertraut

Deklaration des Projektes in XML, zentrales Element pro Projekt ist das **Project Object Model (POM)**, welches Metainformationen, Plugins und Dependencies definiert. Basiert auf einem globalen, binären Repository. Plugins werden durch Dependencies dynamisch ins lokale Repository geladen (\$HOME/.m2/repository). Bei einem Buildprozess durchläuft ein Projekt einen Lifecycle mit folgenden Phasen:

validate validiert Projektdefinition

compile Kompiliert die Quellen

test Ausführen der Unit-Tests

package Packen der Distribution

verify Ausführen der Integrations-Tests

install Deployment im lokalen Repository

deploy Deployment im zentralen Repository

2 Modularisierung - Module, Komponenten, Schnittstellen

2.1 Sie wissen, was unter dem Begriff Modularisierung zu verstehen ist

«Ein grosses Ganzes in mehrere, sich abgeschlossene Einheiten (Module) aufteilen»

Flexible Zusammenstellung, Durchführung und Prüfung der einzelnen Module. Zwischen den Modulen können aber auch Abhängigkeiten bestehen.

2.2 Sie kennen die Begriffe Modul, Library, Komponenten und Schnittstelle auf der Ebene des Softwaredesigns

Kleinste Einheit: Klasse (Methoden/Daten/Attribute) ↔ **Grösste Einheit:** vollständiges Softwaresystem

Modul In sich abgeschlossene und austauschbare Einheiten,

soll nur über seine Schnittstellen verwendet werden können → lose Kopplung;

Starke Kohäsion (möglichst in sich abgeschlossene Aufgabe erfüllen) → Information Hiding

Schnittstelle lässt Module untereinander interagieren / austauschen

Komponente strengere Form eines Moduls

Library Eine Sammlung thematisch zusammengehörender Funktionen (z.Bsp. Kalendermodul, Trigonometriemodul, etc.)

Die einzelnen Begriffe werden in einem späteren Lernziel ausführlicher beschrieben.

2.3 Sie können die Begriffe auf verschiedenen Abstraktionsebenen in einen sinnvollen Zusammenhang und Kontext setzen

Kopplung Ausmass der Kommunikation zwischen Modulen (Abhängigkeit zw. Modulen)

Kohäsion Ausmass der Kommunikation innerhalb eines Moduls (interner Zusammenhalt)

Ziel → Maximierung der Kohäsion, Minimierung der Kopplung

Gruppierung Modulen mit gemeinsamen Eigenschaften als Gruppe handhaben.

Beispiel: Modul für Datenexport in versch. Formate

Hierarchie (Rekursiv) Modul fasst mehrere (Sub-) Module zu einem zusammen.

Beispiel: Persistenzmodul als Datenspeicher mehrerer Entitäten

Geschichtet Modul(-gruppen) können logische Kette bilden, die vertikal als Schichten abgebildet werden.

Beispiel: Schichtenarchitektur, OSI-Referenzmodell, etc.

2.4 Sie sind in der Lage ein System zu analysieren und darin sinnvolle Module zu identifizieren

2.4.1 Modul

Kriterien für Entwurf von Modulen:

Zerlegbarkeit / Dekomposition

möglichst unabhängig voneinander, können einzeln genutzt/wiederverwendet werden

Kombinierbarkeit

sollen in anderem Umfeld wieder einsetzbar sein

(Zerlegbar, um auf andere Art wieder kombiniert werden zu können)

Verständlichkeit

unabhängig und in sich abgeschlossen verständlich sein, kann aber trotzdem hohe Komplexität erreichen.

Stetigkeit / Stabilität / Kontinuität

Struktur soll sich nicht stetig verändern, Aufteilung soll robust gegenüber Änderungen sein. Änderungen sollen sich auf eine minimale Anzahl Module beschränken.

Arten von Modulen:

Bibliothek/Library: beschrieben unter Kapitel 2.2

Abstrakte (komplexe) Datentypen: Modul implementiert neuen komplexen Datentyp und stellt darauf definierte Operationen zur Verfügung (Bsp. Komplexe Zahlen, Koordinatendarstellung, etc.)

Modellierung/Abstraktion physischer Modelle: Modul abstrahiert reales, physisch existierendes System (z.Bsp. Sensor, Gerätetreiber, Anzeigemodul, etc.)

Modellierung/Abstraktion logisch-konzeptioneller Systeme: Modul abstrahiert ein nur rein logisch existierendes System und macht es für eine höhere Abstraktionsebene nutzbar (z.Bsp. Grafikmodule, Datenbankmodule, Messaging, GUI-Module, etc.)

Definition eines Moduls:

Verhalten: Funktionalität des Moduls?

Export: Was bieten wir, Schnittstelle, um das Verhalten des Moduls für andere Module verfügbar zu machen.

Import: Was brauchen wir, von welchen Schnittstellen ist das Modul evtl. abhängig? (Dependencies)

Herausforderung bei Modulen:

Basiskonzepte: Hohe Kohäsion, lose Kopplung, starke Datenkapselung & Information Hiding

Vier Kriterien: Zerlegbarkeit, Kombinierbarkeit, Verständlichkeit & Stetigkeit

Verschiedene Arten: Bibliotheken, abstrakte Datentypen, physische / logische Modelle, Komponenten, etc.

2.4.2 Komponente

*Eine Softwarekomponente ist ein Softwareelement, das zu einem bestimmten **Komponentenmodell** passt und entsprechend einem Composition Standard ohne Änderungen mit anderen Komponenten verknüpft und ausgeführt werden kann.*

Eine **Komponente** erfüllt strengere Kriterien als ein Modul und benötigt meist einen **Kontext**. Komponenten bedienen sich spezifischer Laufzeitumgebungen (z.Bsp. Container) in welche die Komponenten integriert (installiert, deployed, etc.) werden und dort lauffähig sind (Container stellen den Komponenten Basisdienste z.Bsp. für Lifecycle und Kommunikation bereit)

Komponenten können teilweise **dynamisch zur Laufzeit** ergänzt/entfernt/ausgetauscht werden

→ «Hot-Deployment» / Plugin-Mechanismen

Komponenten bieten Funktionalität an und sind von Funktionalität des eingesetzten Komponentenmodells (Framework/Produkt) **abhängig**.

Komponentenmodelle: konkrete Ausprägungen des Paradigmas der komponentenbasierten Entwicklung in Form eines Standards, Frameworks, Produktes. Schnittstellen für Interaktion und Komposition von Komponenten festlegen: wie kommunizieren Komponenten untereinander/mit dem Container Idealerweise: Komponentenmodell unabhängig von Gremium standardisiert (kann somit in unterschiedlichen Ausprägungen von versch. Herstellern implementiert/genutzt werden)

Beispiele: Microsoft DCOM/ActiveX/.NET Remoting Services (WCF), CORBA (Common Object Request Broker Architecture), Enterprise Java Beans, OSGi (Open Services Gateway initiative / Alliance)

Komponente wird wie Modul über *Verhalten, Export, Import* definiert.

Zusätzlich wird ein **Kontext** verlangt: definiert notwendige Rahmenbedingungen, die für Betrieb der Komponente notwendig sind.

2.4.3 Schnittstelle

Schnittstellen werden konsequent für die kontrollierte Kommunikation zwischen Modulen oder Komponenten verwendet. **Vorteile** davon:

- Schnittstelle ist einfach verständlich, einfacher als die Implementierung.
- Schnittstellen helfen Abhängigkeiten zu reduzieren, vermeiden Abhängigkeiten zur Implementierung.
- Schnittstellen erleichtern Wiederverwendung.

Beziehungen zwischen einzelnen Teilen einer Software werden über Schnittstellen realisiert. Module konzentrieren sich auf ihre lokalen Probleme, Architektur definiert und hält Fäden (Beziehungen) des Systems zusammen.

Schnittstellen sollen minimal und schmal sein → aussagekräftige Methoden, präzise typisierte Parameter,

Methoden sollen möglichst:

- keine Überschneidungen haben
- keine globalen Daten verwenden
- statuslos (stateless) sein

Service: abstrahierte Schnittstelle, definiert sich primär über Fachlichkeit, dahinterliegende Technik idealerweise vollständig isoliert (Bsp. Webservice, wird über Web-Protokolle angeboten und abstrahiert die Implementation [Plattform, Sprache, Technologie] vollständig)

API: (*Application Programming Interface*), technisch orientierte Schnittstelle, welche die Anbindung einer Komponente auf Quellcodeebene definiert (Bsp. JDBC [Java Database Connectivity], einheitliche Schnittstelle zur Kommunikation mit versch. DBMS)

Ebene **Objektorientiertes Design:** Schnittstelle = Java Interface

Ebene **Modularisierung:** Schnittstelle = logische Zusammenfassung versch. Artefakte (Klassen, Interfaces, Konfigurationsdateien, Doku etc.)

2.5 Sie kennen verschiedene organisatorische und technische Varianten um eine sinnvolle Modularisierung in der Entwicklung und im Deployment einzusetzen

2.5.1 Java 8

Module/Komponenten mit Klassen und Interfaces realisiert, Deployment meist als JAR. Klassen können sich an «Java Bean Spezifikation» halten

→ Default-Konstruktor, Setter/Getter, PropertyChange, Serialisierbar, etc.

Schnittstellen mit Java-Interfaces (zu class-Dateien kompiliert)

Komplexere Schnittstellen: mehrere Interfaces in Package zusammenfassen

Java 1.8 unterstützt selber keine Modularisierung

Information Hiding (einzelne Elemente vor Zugriff schützen) durch Packages, Sichtbarkeiten und Import, ermöglicht Zusammenfassen von Klassen/Interfaces in Gruppen, aber keine explizite Möglichkeit, Exports & Dependencies zu deklarieren

manifest.mf enthält Infos zu Identifikation, Herkunft und Version

Schnittstellen in getrennten JAR's (Modulen) verteilen → einfacher Austausch unterschiedlicher Implementationen

Workaround: Namenskonventionen und hohe Disziplin

2.5.2 Java 9

Modularisierung möglich, drei Ziele im Vordergrund:

- **Reliable Configuration:**
fehleranfälligen Classpath durch auf Modul-Abhängigkeiten basierenden Modul-Path ablösen
- **Strong Encapsulation:**
Modul definiert explizit sein öffentliches API. Auf alle restlichen Klassen ist von aussen kein Zugriff mehr möglich (auch wenn public).
- **Scalable Platform:**
Java-Plattform selber wurde modularisiert, so können für Anwendungen individuell angepasste, schlankere Runtime-Images gebaut werden.

Weiteres zu Modularisierung in Java 9:

- Java-Packages neu in Modulen zusammenfassbar (zusätzliche Strukturebene in der Dateiablage, eindeutige Namensgebung analog zu Packages)
- Pro Modul wird ein *module-info.java* definiert (explizite Definition von Imports/Exports/Abhängigkeiten)
- Start einer Applikation: Laufzeitprüfung wird ausgeführt, ob alle notwendigen Komponenten vorhanden sind.
- Ende der «JAR-Hell»: Neues Format *jmod*, Class-Path wird durch Modul-Path abgelöst
- Vollständig rückwärtskompatibel

3 Dependency Management

3.1 Sie haben ein grundsätzliches Verständnis von Dependency Management

Dependency Management Beschreibt die Organisation und Techniken für Umgang mit Abhängigkeiten mit anderen Modulen.

(„Modul“ hier vereinfacht als Überbegriff für Package / Library / Bundle / Komponente verwendet)

Abhängigkeiten können auf **interne** (Modul aus demselben Projekt) oder **externe** (Dritt-Modul aus anderem Projekt / Organisation) Module bestehen. Abhängigkeiten werden typisch in binärer / kompilierter Form aufgelöst, wozu Binärrepositories und Packagemanager(-tools) eingesetzt werden.

Allen Systemen / Repositories ist gemeinsam:

- Zentrale Ablage auf einem (oder mehrere) Server
- standardisiertes Format
- zusätzliche Metainformationen
- typisch mit Abhängigkeiten (Dependencies) versehen
- Sicherung der Konsistenz (bspw. über Hash-Mechanismen)
- geregelte Zugriffsprotokolle
- Suchmöglichkeiten u.v.m.

Beispiele von populären Systemen / Repositories für DM und PM:

NuGet Package Manager für .NET-Plattform

apt Advanced Packaging Tool - Paketverwaltung für Linux

Yum Yellowdog Updater, Modified - Paketverwaltung für Linux

P2 OSGi-basiertes Komponentensystem

npm Node Packet Manager für JavaScript / node.js

Gems Packetmanager Ruby

3.1.1 Maven Repository

- Verschiedene öffentliche Repos (**OSS**): Maven Central, JFrog JCenter (BinTray)
- Keine Schreibrechte auf öffentliche Repos (nur ausgewählte Personen über definierte Prozesse)
- Professionelle Organisationen betreiben interne Repositories, meist als lokaler Speicher und Mirror von öffentlichen Repos, professionelle Produkte wären:
Apache Archiva, JFrog/Artifactory, Sonatype/Nexus
- Alle heruntergeladenen Artefakte vom Repo werden in lokalem Repo auf dem Rechner gespeichert (Caching) unter `$HOME/.m2/repository`
- Zur Verwendung muss unter `$HOME/.m2` die `settings.xml` Datei angepasst werden, damit die Dependencies nicht vom öffentlichen Repo geholt werden

3.2 Sie wissen wie am Beispiel von Java und Apache Maven das Dependency Management funktioniert

- Binäre Module (kompilierte Projekte) werden unter Java typischerweise als JAR-Dateien ausgetauscht (oder EAR, WAR, RAR etc.)
- Java kennt selber kein Verfahren zur Definition von Abhängigkeiten zwischen Modulen und deren zentraler Verwaltung
(Ab Java 9: Modularisierung (Jigsaw), aber ohne Versionierung)
- Früher: JAR-Dateien von Hand in Projekte kopiert
→ fehleranfällig, hohe Redundanz, hoher Platzbedarf etc.
Heute ist Buildsystem Maven sehr populär geworden
- Unterscheiden zwischen:
 - **Format** für die zentrale Ablage der meist binären Artefakten mit Metainformationen im Repository
 - **Werkzeug**, um Artefakte von Repos zu suchen, beziehen, deployen, ggf. auch verwalten
- Repositoryformat Maven mittlerweile Standard, jedoch grosse Vielfalt bei Werkzeugen:
 - Apache Ivy - einziges „reines“ DM-Tool
 - Apache Maven - in Buildtool integriert, Original
 - DM anderer Buildtools basiert ebenfalls auf Maven-Repos: Buildr, Groovy Grape, Gradle/Grails, SBT etc.

3.2.1 Maven - Identifikation & Dependencies

Maven Projekt identifiziert sich mit drei Attributen (**maven coordinates**)

- **GroupId:**
Reverse Domain Name der Organisation mit Zusatz für OE bspw. Projektgruppe
Bsp: ch.hslu.swde
- **ArtifactId:**
Name des Projekts bzw. enthaltene Module
Bsp: vereinsverwaltung-service
- **Version:**
Empfohlen: dreistellige Versionsnummer (Semantic Versioning)
Bsp: 4.0.1

Diese werden im pom.xml des Maven Projekts deklariert, damit soll eine Dependency weltweit absolut eindeutig identifiziert werden können:

```
<groupId>ch.hslu.swde</groupId>
<artifactId>vereinverwaltung-api</artifactId>
<version>4.0.1</version>
```

Benötigte Dependencies werden im pom.xml unter <dependencies> als ein <dependency>-Element eingetragen. Diese werden beim Build automatisch vom Repo runtergeladen und im lokalen Repository (\$HOME/.m2/repository) gespeichert. Der Buildprozess referenziert die Artefakte dort mit entsprechendem Classpath:

```
<dependency>
  <groupId>ch.hslu.swde</groupId>
  <artifactId>vereinverwaltung-api</artifactId>
  <version>4.0.0</version>
  <scope>compile</scope>
</dependency>
```

3.3 Sie sind mit den Begriffen «dependency scopes» und «transitive dependencies» vertraut und können diese erklären

3.3.1 Dependency Scopes

<scope> in einer Dependency qualifiziert den Zweck und Geltungsbereich einer Dependency (wird empfohlen). Abhängig von Scopes sorgt Maven für spezifische Classpaths, woraus sich eine *implizite Verifikation des Designs* ergibt. Maven kennt viele Scopes, die Wichtigsten sind:

- **compile**
(Default) Dependency wird für Kompilation und Laufzeit des Programms benötigt
- **test**
Dependency nur für Kompilation und Ausführung der Testfälle benötigt (JUnit, AssertJ, Mockito)
- **runtime**
Dependency nur für Laufzeit, aber nicht für Kompilation, bspw. für dynamisch geladene Implementationen

3.3.2 Transitive Dependencies

Maven bietet Feature zur Auflösung von transitiven Dependencies.

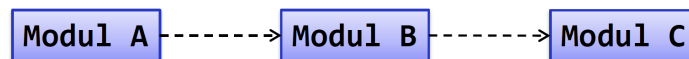


Abbildung 1: Transitive Abhängigkeit zwischen 3 Modulen

Auflösung der Dependencies:

- **Modul A** ist von **Modul B** abhängig, dieses wiederum von **Modul C**
- **Modul A** ist also transitiv auch von **Modul C** abhängig
- Für Kompilation wird also **Modul C** auch benötigt
- Durch direkte & transitive Abhängigkeiten können auch Konflikte oder Zyklen auftreten. Maven erkennt und meldet diese, einfachere Konflikte können automatisch aufgelöst werden.
- Maven wertet die Dependencies als Graph aus, dient der Suche von Zyklen und Auflösung von Konflikten z.Bsp. über den kürzesten Pfad.

3.4 Sie kennen das Versionskonzept und die Funktionsweise von Snapshots.

- Einsatz von *Semantic Versioning* wird empfohlen
- Einmal deployte Version kann im Optimalfall nicht mehr überschrieben werden
→ nachvollziehbare Buildprozesse

Semantic Versioning

- **Major**-Release (**X**.x.x)
Veränderungen in API, fachlicher Funktion und/oder in Konfiguration, welche zu früheren Versionen nicht kompatibel sind. Meist sind Anpassungen notwendig.
- **Minor**-Release (x.**X**.x)
Erweiterungen in API, fachlicher Funktion oder Konfiguration, ist aber rückwärtskompatibel. Ohne Nutzung der Neuerungen keine Anpassungen notwendig.
- **Bugfix/Maintenance**-Release (x.x.**X**)
Reine Korrekturen in Änderungen oder Implementation, voll rückwärtskompatibel, keine neuen oder veränderten Funktionen. Direkter, sofortiger Einsatz möglich/notwendig (Bugfix)

Versionierung mit Snapshots

- Version kann das Appendix -SNAPSHOT tragen.
- Gilt dann als erneuerbar und noch nicht stabil, sondern in Entwicklung
- Wird bei jedem **Build** vom Repo aufgelöst und aktualisiert
- Im Repo sind Snapshots mit Timestamp versehen

3.4.1 Managed Dependencies in Multi-Modul-Projekten

- Mehrere Submodule können von gleicher Dependency abhängig sein
- In jedem Modul sollte dieselbe Version verwendet werden
- **Lösung:** Im Master-POM über dependencyManagement-Element eine Liste an Dependencies (inkl. Version und Scope) als Baseline / Valid Version Set vordefinieren
→ Submodule müssen nur noch GroupId und ArtifactId angeben. Version und Scope werden vom Parent-POM vererbt.
- **Alternativ:** Verwendung eines BOM (Bill of Material):
Verschiedene Versionen werden in „virtueller“ Release-Unit als „Baseline“ referenziert. Lieferant bestimmt, welche zueinander passenden Versionen eingesetzt werden. Das BOM wird selber als Dependency definiert.

3.5 Sie wissen auf welche Art Dependencies deployed werden

- Häufigste Deployment-Art: JAR-Dateien
- Beispiel für ein Artefakt
ch.hslu.vsk:stringpersistor-api:4.0.1:
POM (Metainfos) stringpersistor-api-4.0.1.pom
JAR (Binary) stringpersistor-api-4.0.1.jar
JavaDoc stringpersistor-api-4.0.1-javadoc.jar
Source (bei OSS) stringpersistor-api-4.0.1-sources.jar
- Deployment in öffentliche Repos: sehr restriktiv
→ nichts mehr ändern, nichts löschen: Stabilität von Builds wahren!
- **Lösung:** nachvollziehbarer, automatisierter, verifizierbarer Release-Prozess, welcher von einem Build-Server ausgeführt wird

4 Versionskontrollsysteme - Source Code Management (SCM) / Version Control Systems (VCS)

4.1 Sie kennen die Aufgaben eines Versionskontrollsystems und können grundlegend damit arbeiten

Grundlegende Arbeit:

checkout lokale Arbeitskopie eines Projekts erstellen

update Änderungen Dritter in Arbeitskopie aktualisieren

log Bearbeitungsgeschichte eines Artefakts ansehen

diff verschiedene Revisionen miteinander vergleichen

commit / checkin Artefakte ins Repository schreiben → aussagekräftiger Kommentar!

Tagging: Revisionsstand mit Namen markieren, Marke oder Version: 1.5.2beta o.ä. Nützlich bei Release eines Produkts (aber auch meilensteine, Testversionen, Auslieferungszustände, etc.) wird unterschiedlich realisiert.

Branching: Parallele, voneinander getrennte Entwicklungszweige (für Bugfixing, Prototypen, Tests, Experimente, nachvollziehbare Änderungsworkflows, etc.) Bei Nicht-Wegwerf-Entwicklungen später Merging möglich/notwendig.

Ausschliesslich Quell-Artefakte werden verwaltet, **NIE** generierte/erzeugt Artefakte einchecken, können mit Hilfe der SCM ignoriert werden (.gitignore)

4.2 Sie kennen die verschiedenen Konzepte und Arten von Versionskontrollsystemen

- Zentrale oder verteilte Systeme
- Optimistische und pessimistische Lockverfahren
- Versionierung auf Basis einer Datei, Verzeichnisstruktur oder der Änderung (changeset)
- Transaktionsunterstützung (vorhanden oder nicht)
- Verschiedene Zugriffsprotokolle und Sicherheitsmechanismen
- Integration in Webserver (vorhanden oder nicht)

4.3 Sie können mit verschiedenen (Client-)Werkzeugen von Versionskontrollsystemen alleine und im Team arbeiten

CVS UT-Versionskontrollsystem, stabil, wenig Fehler, einfache Anwendung, ABER nur dateibasierend, Verzeichnisstruktur nicht versioniert, unterscheidet zwischen Text- und Binärdateien, Ablage von Binärdateien platzintensiv, keine Transaktionen

Subversion Transaktionsorientiert, versioniert ganze Verzeichnisstruktur, optimierte/effiziente Speicherung und Übertragung, Repositorystruktur frei wählbar (für Experten flexibler, für Anfänger schwieriger), Integration in Webserver möglich, aber Branching und Tagging technisch eig. Kopien/Links

git verteiltes System, primär lokale Arbeit, beliebig viele Server/Repos möglich, auch rein lokal einsetzbar, skaliert, Integration mit zusätzlichen Web-Applikationen, erfordert aber ein solides Konzept, für Einsteiger schwierig, da sehr mächtig und viele Funktionen

5 Testing Grundlagen

5.1 Sie kennen die Motivation, den Sinn und den Zweck des Testens, was Sie mit Tests erreichen können und was nicht

Qualität ist die Übereinstimmung mit den Anforderungen unter gleichzeitiger Einhaltung von Qualitätskriterien.

Anforderungen müssen überprüfbar formuliert sein, typisch in Form von System- und Testspezifikationen. **Qualitätskriterien** sind: Funktionalität, Zweckdienlichkeit, Robustheit, Zuverlässigkeit, Sicherheit, Effizienz, Benutzbarkeit, Geschwindigkeit etc. Zur Überprüfung von diesen stehen uns Methodiken, Techniken, Vorgehensweisen etc. zur Verfügung.

- Wesentliche Tätigkeit ist das Testen - Qualitätssicherung durch Testen
- Wir überprüfen Verhalten eines Programms anhand der Spezifikationen
- Möglichst oft automatisiert teste, manuelles Testen ist aufwändig und zeitintensiv
- Begleitmassnahmen: Reviews, Entwicklungsprozess, Walkthrough, Metriken, Analysen, Regression, Automatisierung etc.

5.1.1 Welche Fehler können wir finden?

- **Syntaktische Fehler:**
Abweichungen von der Sprachsyntax (Schreibweise & Grammatik) → formale Fehler.
Diese werden durch Compiler aufgedeckt!
 - Beispiel Sprache: „Der Lesr list ein Buck“
 - Beispiel Java: `if(i = 10) then i = 0;`
- **Semantische Fehler:**
Abweichungen/Unstimmigkeiten, die auf Kenntnisse über Dinge beruhen → inhaltliche Fehler
 - Beispiel Sprache: „Die Erdnuss ass einen Elefanten“
 - Beispiel Java: `double kelvin= celsius-273.15d;`
- **Funktionale Fehler:**
Abweichung von Anforderungen oder Erfüllung falscher/unerwünschter Anforderungen.
Funktionale Fehler können **nur bedingt** durch Testen gefunden werden
 - Beispiel: „Ein Liter Bier kostet ab jetzt 1000.-“

Testen ist systematisches, gezieltes und möglichst effizientes „Durchprobieren“ nach verschiedenen Qualitätskriterien.

Systematisch, gezielt mit wohlüberlegten Eingabedaten / Testwerten

Effizient möglichst aussagekräftige Tests durchführen

Testen ist also **nicht** zielloses, chaotisches Prübeln, sondern anspruchsvoller als man denkt.

Man kann nur Vorhandensein von Fehlern, aber nie die Abwesenheit von Fehlern beweisen. Nach Test weiss man nur, dass ein Programm für die getesteten Eingabedaten korrekt läuft.

→ Eingabedaten so wählen, dass auf möglichst viele Varianten von möglichen Eingabedaten rückgeschlossen werden kann. Also auch untypische Daten miteinbeziehen.

Beispiel bei einem Sortieralgorithmus:

- beliebige, zufällige Daten (**Normalfälle**)
- vorsortierte Daten, keine Daten (**Sonderfälle**)
- ungültige, nicht sortierbare Daten (**Ausnahmefälle**)

	Testfall	Eingabewert [°Celsius]	Erwartetes Resultat [Kelvin]
Normalfälle	1	20.0f	293.15f
	2	0.0f	273.15f
	3	-10.0f	263.15f
Sonderfälle (zulässig)	4	-273.15f	0.0f
	5	Float.MAX_VALUE - 273.15f	Float.MAX_VALUE
Ausnahmefälle (unzulässig)	6	-273.16f	unzulässige Temperatur
	7	Float.MAX_VALUE	Bereichsüberlauf

Abbildung 2: Tabelle für die Planung von Testfällen

5.2 Sie kennen verschiedene grundlegende Testarten und –verfahren

- **Unit Tests:**

Nur eine Methode/Klasse/Einheit wird getestet

Sehr klein, übersichtlich, einfach, schnell ausführbar, einfach automatisierbar
(Ausführung & Validation)

- **Integrationstests:**

Mehrere Klassen (Module/Teilsysteme) in ihrem Zusammenspiel werden getestet

Deutlich aufwändiger, aber auch automatisierbar

- **Systemtest:**

Ganzes System (viele Klassen/Einheiten) wird getestet

Klassisches Testen, erst spät möglich, aufwändig, auch automatisierbar

- **Black- und White-Box Testing:**

Testen **ohne** oder **mit** Kenntnis der Implementation

5.3 Sie können in Ihrer Entwicklungsumgebung einfache und gute Unit Tests, basierend auf dem JUnit-Framework, implementieren und anwenden

5.3.1 Unit Tests

- Testfälle programmiert, somit automatisiert, jederzeit schnell ausführbar und wiederholbar
- Sind „self-validating“: Automatische Verifizierung, ob Testfall erfolgreich ausgeführt wurde
- Getestete Einheiten: einzelne Methoden oder Klassen
→ Kleine, überschauliche Testfälle
- Zahlreiche Frameworks für Testing, sind gut in IDEs integriert
→ Für Java: JUnit, UnitNG etc.

Nutzen daraus:

- Zeitersparnis: einmal schreiben, n-mal ausführen
- Kein manuelles „Testen“ mehr
- `System.out.println()`-Orgien entfallen
- Jederzeit reproduzierbar
- Automatische Verifizierung der Ergebnisse mit Reporting
- Testfälle „dokumentieren“ erwartete Funktion/Resultat
- Freiheit, mit geringem Risiko Code zu verändern / umschreiben (Refactoring)

5.3.2 JUnit Test Framework

- Aktuelle Version ist JUnit 5
- JUnit wird heute für alle automatisierbaren Testfälle eingesetzt
→ *Nicht jeder JUnit-Testfall ist ein Unit-Test!*
- JUnit 5 hat viele Verbesserungen, ist aber nicht rückwärtskompatibel (OMG ein Major-Release!)

Ein Testfall entspricht dem „Build-Operate-Check“-Pattern:

1. **Erstellen** der Testobjekte bzw. -daten
2. **Manipulieren** der Testobjekte bzw. -daten
3. **Verifikation** der Ergebnisse (mit `assert*`-Methoden)

Auch bekannt als „Triple-A“-Pattern: **A**rrange, **A**ct, **A**ssert

```
@Test
void testGetQuadrantInOne() {
    final Point point = new Point(4,5);
    final int quadrant = point.getQuadrant();
    assertEquals(1, quadrant);
}
```

Abbildung 3: Beispiel-Testfall

Self-Validating mit assert*-Methoden Einfacher Vergleich zwischen einem Soll- und Ist-Wert, Methoden der Klasse `org.junit.jupiter.api.Assertions`, für viele Daten überladen (elementar oder Klasse `Object`)

```
assertEquals(long expected, long actual)
    Prüft, ob die zwei long-Werte gleich sind.
assertEquals(float expected, float actual, float delta)
    Prüft, ob zwei float-Werte gleich sind (mit Toleranz delta).
assertEquals(Object expected, Object actual)
    Prüft, ob die Objekte gleich sind.
assertTrue(boolean condition)
    Prüft, ob eine beliebige boolesche Bedingung true ist.
```

Abbildung 4: Beispiele für assert*-Methoden

Annotations für Test-Methoden Zur Konfiguration von Tests stehen mit JUnit verschiedene Annotationen zur Verfügung:

Annotation	Beschreibung
<code>@Test</code> <code>void testMethod()</code>	Markiert eine Methode als JUnit-Testfall (Pflicht). Darum ist die Namenskonvention <code>test*</code> eigentlich nicht mehr notwendig (aber trotzdem empfohlen!) Achtung: <code>org.junit.jupiter.api.Test</code>
<code>@Test @Disabled(...)</code> <code>void testMethod()</code>	Markiert einen Testfalls als (temporär) deaktiviert. Viel besser als auskommentieren, weil er so explizit als "skipped" ausgewiesen wird. Optional: <code>String</code> -Parameter mit Begründung.
<code>@BeforeAll</code> <code>@BeforeEach</code> <code>@AfterEach</code> <code>@AfterAll</code> ... <code>void fooBar()</code>	Markieren eine (bei <code>*All</code> statische) Hilfsmethode zur automatischen Ausführung vor/nach jedem/allen Testfällen in der Klasse. Optional, bei Unit Tests möglichst vermeiden.

Abbildung 5: Annotationen im Code für Testfälle

Namenskonventionen

- **Testklasse:**
Für Klasse `Demo`: `DemoTest`
Test als Appendix, alle Testklassen ind `/src/main/test!`
- **Testmethoden:**
Für Methode `foo(...)`: `testFoo[Xyz]()`
test als Präfix, `Xyz` als freie, ergänzbare Fallbeschreibung, Testmethoden haben keine formalen Parameter

5.3.3 Empfehlungen

- Besser viele kleine Testmethoden als wenig grosse
→ im Fehlerfall bessere Selektivität
- Wenige assert*-Statements pro Testmethode
→ höhere Selektivität im Fehlerfall und übersichtlicher
- Methoden mit Rückgabewert am einfachsten testbar
→ Bei void-Methoden ggf. indirekt über Statusabfragen auf getestetes Objekt testen
- Getter & Setter: gemeinsam oder indirekt „beiläufig“ testen
- **Nie** Schnittstellen oder Sichtbarkeit nur für Testbarkeit ändern
- Klasse/Methode zu schwerig zu testen? → Hinterfrage mal deren Design...

5.4 Sie kennen die Vorteile von Test First

Wir testen **kontinuierlich** während der Implementation, um von Beginn an Gewissheit zu haben, dass es funktioniert.

Fehler finden, bevor man sie macht. Fehler finden, bevor man sie implementiert hat. Oder Fehler im Ansatz finden, bevor es jemand anders tut. Bullshitsatz...

5.4.1 Test First

Immer vor der Implementation die Testfälle schreiben!

Vorteile dabei:

- Beim Schreiben der Testfälle denkt man automatisch an Implementation des zu testenden Codes
→ Implementation „reift“ sozusagen beim Schreiben der Testfälle heran
- Ausnahmen und Sonderfälle fallen auf, welche bei der eigentlichen Implementation dann „automatisch“ berücksichtigt werden
- Sobald die Komponente fertig implementiert ist, kann sie sofort getestet werden

5.5 Code Coverage (Codeabdeckung)

- Code Coverage = Metrik, welche zur Laufzeit misst, welche Quellcodezeilen von Testfällen abgearbeitet wurden
- Wird typischerweise bei Ausführung der Unit-Testfällen (bspw. durch JUnit) durchgeführt
→ oder zur „normalen“ Laufzeit, zur Messung welche Funktionen effektiv genutzt werden
- Ermöglicht eine Aussage, wie umfassend der Code getestet wurde
(gezielte Effizienzsteigerung der Testfälle)
- Hohe Code Coverage ist **kein** Beweis für gute Testfälle oder Fehlerfreiheit!

5.6 Unit Tests - Bilanz

Positiv:

- Testen ist vollständig in Implementationsphase integriert → Aufgabe des Entwicklers
- Neue / veränderte Methoden sind unmittelbar, reproduzierbar & schnell testbar (regressiv)
- Test First: problemlos möglich und motivierend
- Automatisiertes, übersichtliches Feedback / Reporting
- Messung von Codeabdeckung integrierbar

Negativ:

- Qualität der Testfälle im Auge behalten → **Qualität vor Quantität**
- Für GUI(-Komponenten) aufwändiger
- In manchen Architekturen / Umgebungen schwierig umsetzbar

6 Automatisiertes Testing

6.1 Sie kennen die verschiedenen Testarten und sind in der Lage gute Unit- und Integrationstests zu schreiben

6.1.1 repeat(Unit Tests)

- Häufig mit Komponenten/Modul/Entwickler-Tests gleichgesetzt
- Funktionale Tests von einzelnen, in sich abgeschlossenen Einheiten (typisch Klasse, aber auch Komponente oder Modul)
- Ziele von guten Unit-Tests:
 - schnell, einfach ausführbar, selbstvalidierend (assert*-Methoden), automatisiert
 - mögl. ohne Abhängigkeiten zu anderen Klassen/Komponenten/Modulen (lose Kopplung)
 - Während Entwicklung geschrieben und ausgeführt (in IDE oder durch CI)
- Gute Unterstützung durch Frameworks (JUnit, TestNG etc.)

6.1.2 Integrationstests (JUnit)

- **Namenskonvention:**
XyzIT für Integrationstest (Klassenname + Appendix IT)
Ablegen unter /src/test/java
- Unterscheidung ergibt sich „nur“ durch:
Zeitpunkt der Ausführung, Laufzeit und Abhängigkeiten während der Ausführung
- Eigene Apache Maven Stage (integration-test) für Integrationstests
Getrennte Plugins surefire und failsafe weisen Testresultate auch getrennt aus (Unit und Integration)

6.1.3 Unit- vs. Integrationstests

- **Unit-Tests** sind wirklich Unit-Tests, wenn sie auf beliebigem System und jederzeit lauffähig sind und (bei Java) auf unterschiedlichen Betriebssystemen laufen
- **Konsequenz:**
Testfälle, die mit Dateisystem interagieren oder Sockets verwenden (auch wenn nur auf localhost), sind streng gesehen bereits Integrationstests
- Unit-Tests dürfen somit nie aufgrund von „Fremdeinflüssen“ fehlschlagen (bspw. falscher Pfad, Platz, Zugriffsrechte etc.)
- **Empfehlungen:**
 - Bewusst zwischen beiden Kategorien trennen
 - Im Team auf gemeinsame Philosophie der Trennung der Kategorien einigen (Kann auch mal projektspezifisch sein)
 - Je mehr als Unit Tests realisiert wird, desto besser
 - Jeder automatisierte Test hilft
 - Hilfsmittel wie Code Coverage oder Mocking nutzen

6.2 Sie nutzen Werkzeuge zur Messung der Codeabdeckung aktiv zu Verbesserung Ihres Codes und der Testfälle

Ja klar tu ich das!

6.3 Sie kennen das Prinzip der Dependency Injection

- Schlechte Testbarkeit durch zu stark gekoppelte Abhängigkeiten
→ Schlechtes Design
- High-Level-Klassen sollen nicht von Low-Level Klassen abhängig sein, sondern beide von Interfaces
- Interfaces sollen nicht von Details, sondern Details von Interfaces abhängig sein!
- Isolation von Klassen, Auflösung von Abhängigkeiten durch Dependency Injection
- Dependency Inversion Principle - DIP (aus S.O.L.I.D.)

6.3.1 Dependency Injection - Beispiel

Eine Klasse `PersonPersistor` soll implementiert werden, welche `Person`-Objekte als `String` serialisiert und in einer Datei speichert. Es existiert eine Implementation `StringPersistorFile`, welche wiederverwendet wird:

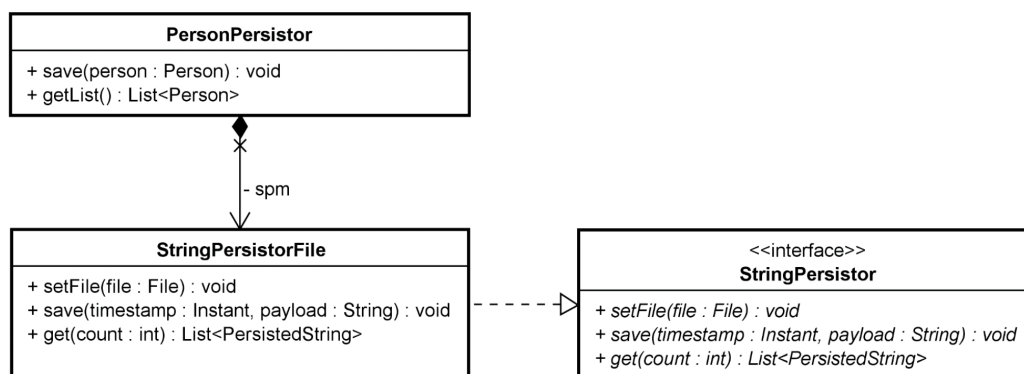


Abbildung 6: Erster Lösungsansatz für das Problem

EINE ZIEMLICH BEKNACKTE LÖSUNG FÜR TESTING!

```
public final class PersonPersistor {
    private final StringPersistorFile spm = newStringPersistorFile();
    ...
}
```

- Einfach für die Realisierung, ist aber der einzige Vorteil, negative Aspekte:
 - Typen und Implementation sind stark gekoppelt
 - Abhängigkeit zur Implementationsklasse (obwohl ein Interface existieren würde)
 - Unflexible Implementation
- Wir wollen die Funktionalität der `PersonPersistor` testen, um `Strings` zu serialisieren und wieder zu deserialisieren
- `StringPersistorFile` greift aber auf das Dateisystem zu, weshalb die Abhängigkeit uns in die Kategorie der **Integrationstests** wirft
Ausserdem würden wir den bereits getesteten `StringPersistorFile` nochmals testen
→ Selektivität des Testfalls sinkt
- Man müsste die Abhängigkeit auf den intern verwendeten `StringPersistorFile` durch etwas anderes ersetzen können

Lösung auf der nachfolgenden Seite

Dependency Injection Eine Klasse/Komponente erzeugt ihre Abhängigkeiten nicht selber, sondern lässt sich diese (wahlweise) auch von Aussen übergeben.

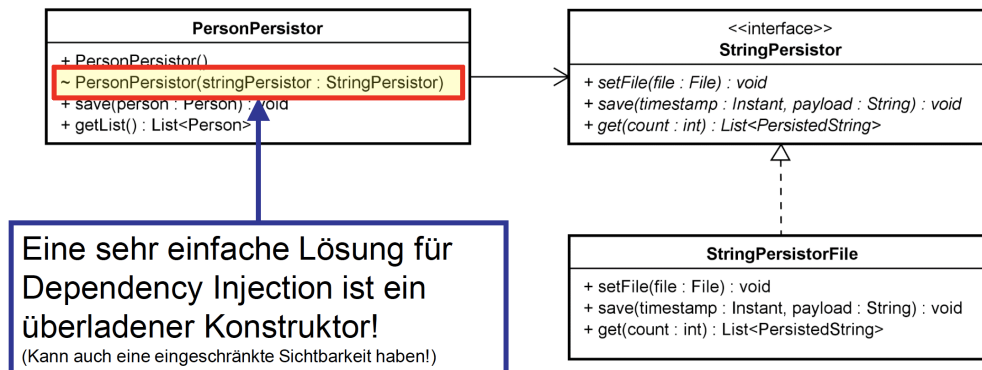


Abbildung 7: Besserer Lösungsansatz für Testing mit Dependency Injection

- Der konkrete Typ (Implementation) wird durch ein Interface ersetzt
→ Kopplung nimmt stark ab
- Es können so verschiedene, alternative Implementierungen genutzt werden
→ Andere Möglichkeiten / Ansätze testen
- Dependency Inversion Principle
→ Resultiert in besserer „Separation of Concerns“
- Testbarkeit wird massiv vereinfacht, man kann während Tests eine alternative Implementation als Platzhalter einfügen → **Test Double**
- Integrationstest werden wieder zu Unit Tests, schnellere & selektivere Tests

6.4 Sie wissen was Test Doubles sind und können Mocking-Frameworks einsetzen

6.4.1 Test Doubles

- „Double“ ist Platzhalter für eine echte, produktive Implementation während des Tests
- Oberbegriff „Test Doubles“ umfasst verschiedene, interessante Spezialisierungen
- Test Doubles sollen Aufwand für Integrationstests reduzieren, indem stattdessen mehr Testfälle als Unit-Tests realisiert werden
- Möglichst viel mit Unit-Tests prüfen, weil:
 - Erste Teststufe, direkt bei Entwickler
 - Schnell, häufig, überall lauffähig, vollständig automatisiert
 - Hohe Selektivität der Testfälle
- Test Doubles sind auch innerhalb von Integrationstests nützlich
→ Gezielte Isolation der Tests von einzelnen Integrationen (Abhäng. von anderen Systemen)
- Für Test Doubles muss gutes Design der Software vorliegen
→ Einsatz von Interfaces lohnt sich (fast) immer, da ein Interface verschiedene Implementationen zulässt, minimum eine „echte“ und eine Test-Implementation
- Wahl der Implementation muss zur Test-Laufzeit beeinflusst werden können
→ per Dependency Injection (manuell oder per Framework)
(**Achtung:** Sicherung nötig, dass das nicht in der **Produktion** passiert)

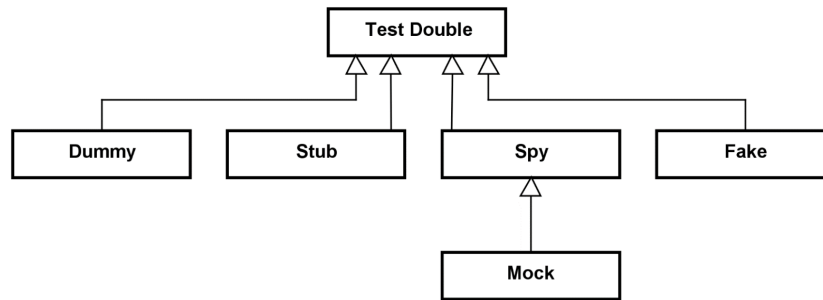


Abbildung 8: Übersicht über alle verfügbaren Test-Doubles

Dummy

- Sehr primitive, leere Ersatzimplementation, wird als aktueller Parameter an Methoden übergeben
→ Aktueller Parameter ist zwar notwendig für Test, dessen Nutzung und Implementation (für Test) aber irrelevant
- Dummy: dient funktionsloser Entkopplung der beim Test unerwünschten Abhängigkeiten

Beispiel:

Einem Objekt muss bspw. ein Logger übergeben werden. Dieser soll aber nichts machen, da Loggen nicht das eigentliche Testziel ist.

Stub

- Einfache Implementation, die mit möglichst geringem Aufwand sinnvolle, vordefinierte Werte (bspw. Konstanten) zurückliefert
- Erlaubt sogenanntes „State“-Testing
→ State durch Daten repräsentiert, State bei Stubs in der Regel konstant
- Für verschiedene Testziele ggf. auch mehrere untersch. Stubs erstellen

Beispiel:

Eine Klasse für Authentifizierung testen, welche...

- Beliebige Nutzer/Passwörter akzeptiert: `login = true`
- Niemanden akzeptiert: `login = false`

Spy

- Alternative Implementation, welche dynamische Werte zurückliefern kann. Der Spy merkt sich gleichzeitig auch die Aufrufe der Methode (Anzahl/Häufigkeit, Parameter, Zeitpunkt, Exceptions etc.)
- Nach Interaktion können aufgezeichnete Ereignisse zur Verifikation des Testfalls genutzt werden.
- Erlaubt „Behavior“-Testing (Verhalten)

Beispiel:

Wurde auf dem beim Testkandidaten registrierten `ActionListener(-Spy)` die Methode `actionPerformed()` auch tatsächlich aufgerufen?

Mock

- Spezialisierung des Spy, welcher dynamische Werte zurückliefern kann und die korrekte Interaktion selber verifizieren kann → Abgrenzung zum Spy
- Typisch mithilfe von Mock-Frameworks zur Laufzeit für jeden Testfall als individuelle Mock-Objekte erstellt (Proxy-Pattern, GoF)
→ Verhalten für jeden Testfall dynamisch / programmatisch konfiguriert
- Sehr ähnlich zu Spy, Unterschied ist jedoch der Ort der Verifikation, Mocks sind spezifischer

Fake

- Alternative Implementation, welche eine Komponente mit vernünftigem Aufwand vollständig ersetzen kann
- Ermöglicht vollständige Entkopplung von einer Abhängigkeit
Trade-Off → Aufwand der Implementation des Fake muss in vernünftigem Verhältnis zum Nutzen sein (Unit vs. Integration)

Beispiel:

Abhängigkeit von Webservices durch lokale Fake-Implementation ersetzt

- Kommunikation fällt weg, ist somit schneller
- Implementation trotzdem vorhanden (wenn nicht zu komplex), idealerweise auch wiederverwendet

6.4.2 Effektives Testen mit Test Doubles - Beispiele

Mockito - bewährtes Testing-Framework für Java.

In Maven einbinden mit `org.mockito:mockito-core:2.23.0`

Viele statische Klassen auf der Klasse `org.mockito.Mockito`.

Bestenfalls statischer Import aller Funktionen:

```
import static org.mockito.Mockito.*;
```

Test mit Fake Für Testausführung wird Fake-Implementation `StringPersistorMemory` (statt `File`) verwendet, welche Strings nur im Memory „speichert“:

```
@Test
public void testGetEmptyList() {
    final Person Persistorinstance =
        new PersonPersistor(new StringPersistorMemory());
    assertThat(instance.getList().isEmpty(),
}
}
```

Für diesen Testfall resultiert:

- Keine Abhängigkeit mehr zum Dateisystem
- Unit-Test (kein Integrationstest)
- Testet viel weniger Dritt-Code und wird damit selektiver

Test mit Mock Für Testausführung wird Mock (oder Spy) verwendet, welcher direkt im Testfall erzeugt / konfiguriert wird:

```
@Test
public void testGetEmptyList() {
    finalStringPersistor mock =
        mock(StringPersistor.class);
    when(mock.get(0)).thenReturn(Collections.emptyList());
    finalPersonPersistorinstance =
        newPersonPersistor(mock);
    assertThat(instance.getList().isEmpty(),
}
}
```

Der Testfall:

- Keine Abhängigkeit mehr zu einer Implementation
- Selektivität ist maximal

6.4.3 Empfehlungen

- Gewisse Klassen sind zu aufwändig für Mocking
- Gewisse Klassen sind zu einfach für Mocking
- Verständlichkeit des Testcodes am wichtigsten, wenn Testfall durch Mocking zu kompliziert wird, dass man ihn nicht mehr versteht, hed mer huere verlore.
- Überleged si sich öbs sich lohnt. Stiiged si doch langsam id Technik ii, si esch absolut faszinierend!
- Roli Gisler

Wann setzt man was ein?

- **Dummy / Stub:**
Einfache Ersatzimplementationen, um bessere Testisolation zu erreichen
Geringer Aufwand → höhere Selektivität / Stabilität der Testfälle (einfach)
- **Spy / Mock:**
„Universalwaffen“ für Behavior-Testing mithilfe Mocking-Frameworks. Können auch zur Realisierung von Stubs / Dummies genutzt werden (komplexer)
- **Fake:**
Aufwändige Implementation, zur vollständigen Entkopplung vom Original.
Muss sich lohnen (aufwändig)
(Ja aber was wänn de Fake besser isch as de Original..??)
- Design ist entscheidend:
So oft wie möglich Interfaces verwenden, um schneller alternative Implementationen zu integrieren

7 Software Architektur

8 Grafisches User Interface - mit JavaFX

9 Persistierung - JPA und OR Mapping

10 Persistierung - Java Persistence Query Language (JPQL)

11 Kommunikation - Remote Method Invocation (RMI)

12 Web Services - REST